生物多様性に注目した森林の復元機構と再生手法の検討

生物圏科学専攻　植物生態学コース
博士後期課程１年　庄山紀久子（指導教員：甲山隆司）

1.研究の背景と目的

森林のもつ生物多様性保持や環境保全などの生態的機能に対しては高く評価されているが、開発による天然林の伐採および人工林面積の増加による林相の単一化や荒廃によりその機能低下が危惧されている。そこで、人為的インパクトを受けて本来の原生森林植生が破壊された地域において、生態的機能の高い多様性ある森林の再生と保全のための対策は急務とされている。しかし、複雑な森林生態系の復元には種の生態特性と共に、その他種々の動的な環境要因が関わる。したがって、その手法は常に実験的プロセスを含むものとなるが、いまだに明確な指針や評価基準が確立されておらず、技術的に多くの課題を抱えている。このような背景から、本研究では開拓後放棄された跡地である草地および人工造林地など、森林としての生態的機能の低下した環境を対象に、多様性ある森林の復元機構を解明し、復元における問題点と改善策を示すことを目的とする。

2. 方法

北海道知床半島斜里町岩尾別および幌別台地の開拓跡地における森林復元の取り組みを研究対象とした。この開拓跡地では 1910 年代に開拓が始まり戦後に一斉開拓が行われたが、1966 年以降は離農により放棄された。このような開拓跡地における原生森林の復元には、(1) 早期に植林することにより主に物理的な環境の改善を図る手法、あるいは (2) 周辺に残存する母樹林や土壌シードバンクからの天然更新を促進させる手法がある。しかし、多様化施業においては更新に対する阻害要因の影響もあり、異なった環境下ではその程度も異なる。そこで、開拓跡地の植生履歴を把握するため入植以降の空中写真から植生変遷図を作成し、GIS による植生変化の定量的評価を行った。また現在の植生状況を明らかにするため群落調査を行い、過去の調査資料（1988 年）との比較から種組成の変化について解析した。現地調査は 2005 年 7-9 月に岩尾別台地において、1988 年に行われた調査地点 2.5 万分の 1 地形図上の位置に基づいた同一の植生群落で継続調査を行った。対象群落は森林群落が 40 地点、草本群落が 35 地点である。

3.結果

3.1 植生の変遷

開拓跡地は開拓測量図や文献などから開拓前は周辺に残存する針広混交林が主に成立していたと推測されている。開拓期（1947 年）、放棄期（1973 年）、現在（2004 年）の空中写真から開拓跡地の植生の変遷を明らかにした（図 1）。森林面積の占める割合は年代毎に 63.1%、62.6%、78.2%と推移していた。

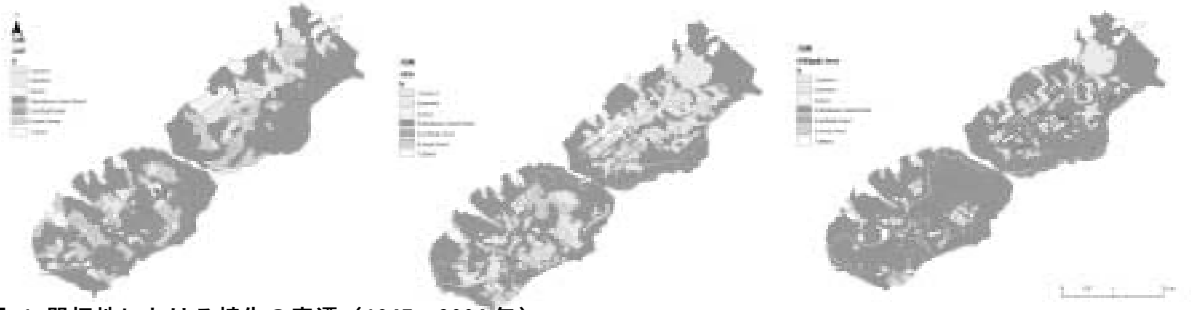


図-1.開拓地における植生の変遷（1947～2004 年）

3.2 群落の多様性

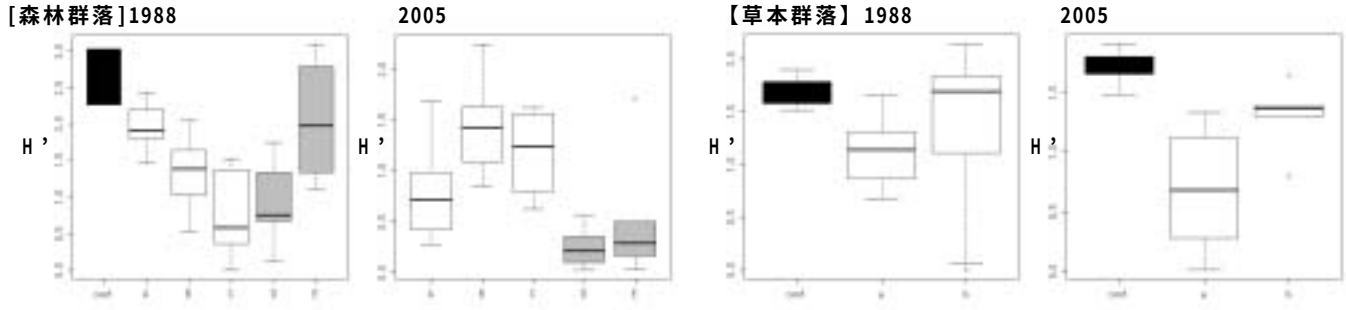
1988 年と 2005 年の群落調査結果を用いて TWIN-SPAN による群落区分を行い、森林群落は 5 区分、草本群落は 3 区分に分類した（表 1)。また各群落のシャノンの多様度指数を求めた（図 2)。対照区と比較し人為的影響のある群落では種多様性が低い傾向があった。また 2005 年には D,E 群落で数種の草本種の優占が進んだことから種多様度は著しく減少していた。

表-1.群落区分

森林群落区分		優占種	plot_N 1988	plot_N 2005
CONT	針広混交林	ﾐｽﾞﾅﾗ/ﾄﾄﾞﾏﾂ	2	-
A	広葉樹林	ｲﾀﾔｶｴﾃﾞ/ｶﾂﾗ/ｹﾔﾏﾊﾝﾉｷ	6	6
B	針広混交林	ﾐｽﾞﾅﾗ/ﾄﾄﾞﾏﾂ	8	16
C	広葉樹林	ｶｼﾜ/ｼﾗｶﾝﾊﾞ/ｴｿﾞﾉﾊﾞｯｺﾔﾅｷﾞ	15	4
D	広葉樹林	ｼﾗｶﾝﾊﾞ	5	8
E	針葉樹林	ｶﾗﾏﾂ	6	6

草本群落区分		優占種	plot_N 1988	plot_N 2005
CONT	在来草本群落	ｻｻ/ｽｽｷ/ﾜﾗﾋﾞ	4	8
a	牧草群落	ｶﾓｶﾞﾔ/ﾊﾙｶﾞﾔ/ｻｻ	22	22
b	在来草本群落	ｻｻ/ｽｽｷ/ｼﾗｶﾝﾊﾞ	11	5

図-2. 各群落の多様度指数



3.3 種組成の変化

17 年間の種組成の変化をみるため頻度 10%以上の主要な出現種について出現頻度が変化したか検定を行った。出現回数の期待値が 6 以上の種ではカイ 2 乗検定を使用し、5 以下の種についてはフィッシャーの直接確率検定を用いた。森林群落では出現頻度が有意に変化した種は木本 25 種のうち 6 種が増加、2 種が減少、草本 27 種のうち 5 種が増加した。草本群落では木本 3 種が減少、草本 8 種が増加、7 種が減少した（表 2)。

また群落における種組成の推移の全体的な傾向を明らかにするために、両年の調査結果を用いて主成分分析（PCA）を行った。出現種のうち出現頻度 5%以上の種を解析の対象（変数）とし、種の在・不在データを用いて解析した。森林群落を対象とした PCA の結果、調査地点は第 1 主成分（寄与率 9.9%）と第 2 主成分（寄与率 7.7%）の座標軸上で群落タイプごとにまとまって配置されたが、2005 年では 1988 年よりも全体的にまとまって配置され、A 群落（広葉樹林）は両軸方向に移動しており種組成の傾向に両年で違いがみられた（図 3)。また草本群落を対象とした PCA の結果、調査地点は第 1 主成分（寄与率 15.7%）と第 2 主成分（寄与率 10.4%）の座標軸上で群落タイプごとにまとまって配置され 1988 年から 2005 年では各群落とも同じ方向に移動していた（図 4)。

4.まとめと今後の計画

以上の結果から開拓跡地の植生は人為的影響により種多様度は低下しており、また 17 年間の群落の種組成に変化がみられた。しかし帰化植物の出現も多くみられることから、PCA によって示された変化を説明する要因を明らかにするために、各調査地点の帰化植物の比率や種特性との関係を検討する必要がある。今後は植生変遷の定量的評価について推移行列モデルを用いた検討を行う。また群落毎の種組成変化を明らかにする調査解析を進

めるとともに、更新が期待される樹種について生長解析を行う。現在、開拓跡地では森林再生事業が「原生森林＝過去の植生」を目標に進められているが、今後、時間軸を考慮し目標とする植生を合意形成によって決定付けていく過程が必要となってくるであろう。また資源管理における合意形成の構築過程においては開拓跡地に限らずこのような人為的な影響を受けた植生の生態的評価、位置付けの検討は必要であると考えられこの点からも考察を加えていきたい。

表-2 森林群落および草本群落における出現種の増減

森林群落 木本25種 (頻度10%以上)　+6種　-2種

species	Frequency of occurrence 1988	2005	chi-squared test			
Abies sachalinensis	66.7	72.5	0.566	ns		
Acer japonicum	35.7	40.0	0.689	ns		
Acer pictum	71.4	77.5	0.529	ns		
Alnus hirsuta	19.0	12.5	0.417	ns		
Betula ermanii	11.9	15.0	0.681	ns		
Betula platyphylla var. japonica	52.4	35.0	0.113	ns		
Celastrus orbiculatus	52.4	72.5	0.060	ns		
Fraxinus mandshurica	16.7	62.5	0.000	***	+	
Hydrangea petiolaris	19.0	50.0	0.003	**	+	
Kalopanax septemlobus	45.2	37.5	0.477	ns		
Larix kaempferi	16.7	40.0	0.019	*	+	
Lespedeza bicolor	11.9	10.0	(1.000)	ns		
Magnolia obovata	21.4	12.5	0.283	ns		
Magnolia praecocissima var. borealis	14.3	12.5	0.813	ns		
Phellodendron amurense	16.7	17.5	0.920	ns		
Prunus maximowiczii	14.3	22.5	0.336	ns		
Quercus mongolica var. grosseserrata	61.9	57.5	0.684	ns		
Rhus ambigua	42.9	67.5	0.025	*	+	
Salix hultenii var.angustifolia	38.1	20.0	0.072	ns		
Sorbus alnifolia	11.9	20.0	0.316	ns		
Sorbus commixta	40.5	62.5	0.046	*	+	
Taxus cuspidata ver.cuspidata	21.4	0.0	(0.002)	**	-	
Ulmus davidiana var. japonica	19.0	30.0	0.248	ns		
Ulmus laciniata	19.0	0.0	(0.005)	**	-	
Vitis coignetiae	35.7	62.5	0.015	*	+	

***p＜0.001.**p＜0.01.*P＜0.05.ns p＞0.05.
(　) Fisher's exact test.
Exotic plant.

森林群落 草本27種 (頻度10%以上)　+5種

species	Frequency of occurrence 1988	2005	chi-squared test			
Actinidia kolomikta	16.7	10.0	0.376	ns		
Agrostis gigantea	11.9	7.5	(0.713)	ns		
Artemisia montana	31.0	15.0	0.087	ns		
Asperula odorata	4.8	10.0	(0.427)	ns		
Cacalia auriculata var. kamtschatica	2.4	10.0	(0.196)	ns		
Calamagrostis epigeios	9.5	10.0	(1.000)	ns		
Cardamine leucantha	14.3	5.0	(0.265)	ns		
Carex mollicula	2.4	10.0	(0.196)	ns		
Carex sachalinensis	16.7	15.0	0.836	ns		
Carpesium triste	0.0	10.0	(0.052)	ns		
Dactylis glomerata	11.9	7.5	(0.713)	ns		
Epipactis papillosa	0.0	25.0	(0.000)	***	+	
Eupatorium chinense subsp. sachalinense	4.8	20.0	(0.046)	*	+	
Galium trifloriforme	11.9	12.5	(1.000)	ns		
Laportea bulbifera	11.9	0.0	(0.055)	ns		
Maianthemum dilatatum	9.5	25.0	0.063	ns		
Moehringia lateriflora	11.9	5.0	(0.433)	ns		
Petasites japonicus var. giganteus	16.7	5.0	(0.156)	ns		
Rubus idaeus	2.4	10.0	(0.196)	ns		
Rubus phoenicolasius	19.0	27.5	0.365	ns		
Sasa senanensis	90.5	95.0	(0.196)	ns		
Schizophragma hydrangeoides	28.6	50.0	0.047	*	+	
Senecio cannabifolius	4.8	37.5	0.000	***	+	
Taraxacum officinale	4.8	10.0	(0.427)	ns		
Trifolium repens	2.4	17.5	(0.027)	*	+	
Tripterospermum japonicum	2.4	10.0	(0.196)	ns		
Urtica platyphylla	7.1	17.5	(0.189)	ns		

草本群落 木本3種 草本30種 (頻度10%以上)　+8種　-10種

species	Frequency of occurrence 1988	2005	chi-squared test			
Betula platyphylla var. japonica	13.0	0.0	(0.039)	*	-	
Lespedeza bicolor	40.7	17.1	0.019	*	-	
Rubus phoenicolasius	22.2	5.7	0.037	*	-	
Agrostis gigantea	29.6	37.1	0.460	ns		
Anaphalis margaritacea	16.7	0.0	(0.010)	*	-	
Anthoxanthum odorathum	13.0	0.0	(0.039)	*	-	
Artemisia montana	75.9	17.1	0.000	***	-	
Calamagrostis epigeios	29.6	5.7	0.006	**	-	
Carex sachalinensis	9.3	31.4	0.008	**	+	
Chamaele decumbens	0.0	22.9	(0.000)	***	+	
Dactylis glomerata	55.6	28.6	0.012	*	-	
Epimedium grandiflorum var. thunbergianu	11.1	0.0	(0.077)	ns		
Festuca rubra	11.1	14.3	(0.746)	ns		
Galium verum var.asiaticum	9.3	14.3	(0.506)	ns		
Geranium erianthum	9.3	20.0	(0.205)	ns		
Hypericum erectum	14.8	11.4	(0.758)	ns		
Miscanthus sinensis	50.0	31.4	0.084	ns		
Moehringia lateriflora	33.3	31.4	0.851	ns		
Oenothera stricta	13.0	0.0	(0.039)	*	-	
Phleum pratense	27.8	31.4	0.711	ns		
Plantago lanceolata	33.3	45.7	0.240	ns		
Poa pratensis	13.0	48.6	0.000	***	+	
Rumex acetosella	14.8	22.9	0.334	ns		
Sanguisorba tenuifolia var. alba	18.5	22.9	0.619	ns		
Sasa senanensis	72.2	100.0	0.001	***	+	
Senecio cannabifolius	1.9	40.0	0.000	***	+	
Senecio nemorensis	11.1	0.0	(0.077)	ns		
Solidago virgaurea var. asiatica	13.0	45.7	0.001	***	+	
Solidago virgaurea var. leucocarpa	27.8	0.0	0.001	***	-	
Taraxacum officinale	22.2	8.6	0.093	ns		
Thalictrum minus var. hypoleucum	5.6	17.1	(0.146)	ns		
Trifolium repens	7.4	34.3	0.001	**	+	
Tripterospermum japonicum	7.4	45.7	0.000	***	+	

図-3 森林群落出現種による主成分分析の結果

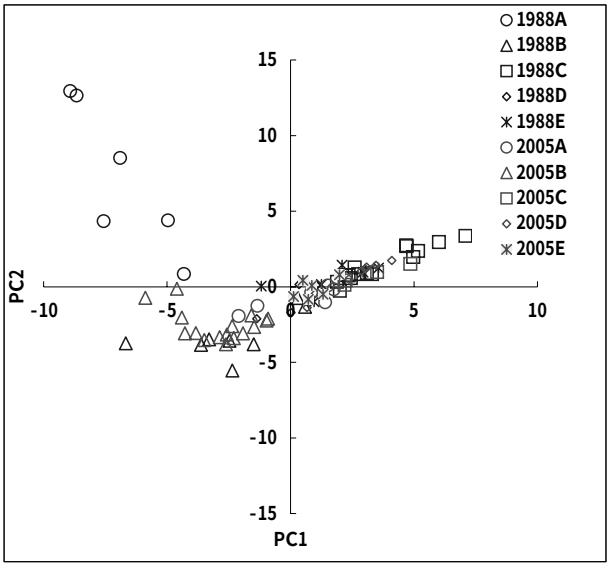
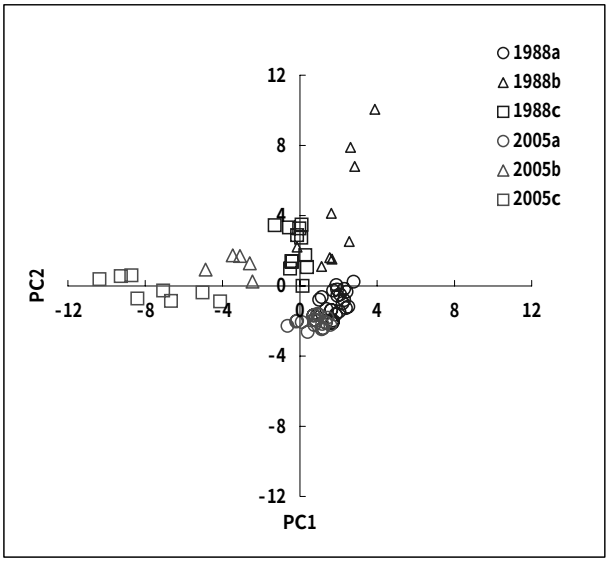



図-4 草本群落による主成分分析の結果